

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-028238

(43)Date of publication of application : 30.01.1990

---

(51)Int.Cl.

C08L 27/12

C08K 3/04

C08L 79/08

---

(21)Application number : 01-081026

(71)Applicant : NITTO DENKO CORP

(22)Date of filing : 30.03.1989

(72)Inventor : HONDO MAMORU

MIZOBE KEIZO

MOCHIZUKI SHU

---

(30)Priority

Priority number : 63 83451    Priority date : 04.04.1988    Priority country : JP

---

(54) SLIDING MEMBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain sliding members having excellent sliding properties without lubricant, not damaging soft metals, etc., having proper strength by dispersing polyimide powder having specific particle diameter and logarithmic viscosity into polytetrafluoroethylene and burning.

CONSTITUTION: (B) 1-50wt.%, preferably 5-30wt.% polyimide powder comprising an aromatic tetracarboxylic acid dianhydride and an aromatic diamine and having 3-15 $\mu$ m average particle diameter and 0.1-0.5 (30° C, in 0.5g/100ml conc. sulfuric acid) logarithmic viscosity is dispersed into (A) polytetrafluoroethylene, which is burnt to give the aimed sliding member having low friction characteristics of 0.1-0.3 coefficient of dynamic friction.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-28238

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

C 08 L 27/12  
C 08 K 3/04  
C 08 L 79/08

識別記号

LGE  
KJF  
LRC

庁内整理番号

7445-4J  
6770-4J  
8830-4J

⑭ 公開 平成2年(1990)1月30日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 摺動用部材

⑯ 特 願 平1-81026

⑰ 出 願 平1(1989)3月30日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)4月4日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-83451

㉑ 発 明 者	本 堂	守	大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号	日東電工株式会社内
㉒ 発 明 者	溝 部	敬 三	大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号	日東電工株式会社内
㉓ 発 明 者	望 月	周	大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号	日東電工株式会社内
㉔ 出 願 人	日 東 電 工 株 式 会 社		大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号	

明 細 書

1. 発明の名称

摺動用部材

2. 特許請求の範囲

(1) 芳香族テトラカルボン酸二無水物と芳香族ジ  
アミンから得られる平均粒径3～15 $\mu$ m、対数  
粘度0.1～0.5(30℃、0.5g/100ml濃硫酸  
中)のポリイミド粉末1～50重量%が、ポリ  
テトラフルオロエチレン中に分散含有され、且つ  
焼成されていることを特徴とする摺動用部材。

(2) 芳香族テトラカルボン酸二無水物と芳香族ジ  
アミンから得られる平均粒径3～15 $\mu$ m、対数  
粘度0.1～0.5(30℃、0.5g/100ml濃硫酸  
中)のポリイミド粉末1～50重量%および平  
均粒径0.5～15 $\mu$ mのグラファイト0.5～15  
重量%が、ポリテトラフルオロエチレン中に分散  
含有され、且つ焼成されていることを特徴とする  
摺動用部材。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明はポリテトラフルオロエチレン(以下、  
PTFEという)成形体からなる摺動用部材に関  
し、詳しくは耐摩耗性を付与すべく特定のポリイ  
ミド粉末が含有されてなる摺動用部材に関するも  
のである。

<従来の技術>

従来から摺動用部材としてはPTFEからなる  
ものが知られている。PTFEは低摩擦特性に優  
れているので潤滑剤を必要としない摺動用部材と  
して好適に使用できるものである。

しかし、PTFEは耐摩耗性、耐圧縮クリープ  
特性が他の樹脂と比べて極めて劣るので、PTFE  
を用いた摺動用部材には通常、ガラス繊維やカー  
ボン繊維などの繊維状物が充填され、上記PTFE  
の欠点を補っている。

これら繊維状物を充填した摺動用部材では相手  
材としてアルミニウムや真鍮、銅などの軟質金属  
に使用した場合、繊維状物と金属の接触により金  
属が損傷され、その結果損傷金属が逆に摺動用部

材を削り取り摩耗度が大きくなる。また、摩耗度が大きくなると発熱を伴い、時にはP T F Eの軟化点以上に発熱してクリープ変形や相手材への焼き付き現象を生じる場合がある。このような現象は特に、高加重、高速下での乾式すべり摩擦摺動で顕著に現れるものである。

近年、P T F Eの耐摩耗性を向上させ、軟質金属などの相手金属を損傷させないような充填剤としてグラファイト、二硫化モリブデンなどの固体の無機系潤滑剤や、ポリエーテルスルホン、オキシベンゾイルポリエステル、ポリアミドイミド、ポリエーテルケトンなどの耐熱性の有機系樹脂粉末が用いられている。

しかし、無機系潤滑剤は摩耗量が有機系充填剤と比べて多く、また上記有機系の充填剤は通常、良好な耐摩耗性を示すが、高加重、高速条件下での乾式すべり摩擦では250℃以上に発熱して熱変形やクリープ変形を生じ、摩擦係数の増大に伴い耐摩耗性も悪くなるという傾向を示す。

＜発明が解決しようとする課題＞

即ち、本発明は芳香族テトラカルボン酸二無水物と芳香族ジアミンから得られる平均粒径3～15μm、対数粘度0.1～0.5(30℃、0.5g/100ml濃硫酸中)のポリイミド粉末1～50重量%が、P T F E中に分散含有され、且つ焼成されていることを特徴とする摺動用部材に関するものである。

本発明において充填剤として用いるポリイミド粉末は、芳香族テトラカルボン酸二無水物と芳香族ジアミンを反応させポリイミドの前駆体であるポリアミド酸を合成して、さらにイミド転化を行なうことによって得ることができる。該芳香族テトラカルボン酸二無水物としては、例えばピロメリット酸、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸、2, 3, 3', 4'-ビフェニルテトラカルボン酸、1, 2, 4, 5-ナフタレンテトラカルボン酸、1, 2, 5, 6-ナフタレンテトラカルボン酸、2, 3, 6, 7-ナフタレンテトラカルボン酸、3, 3', 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸、2, 2'-ビス〔4-(2, 3-ジ

上述のように従来の摺動用部材では無機系や有機系の各種充填剤を用いているが、耐摩耗性において充分満足できるものではなく、特に高加重、高速条件下での乾式すべり摩擦では耐摩耗性が顕著に劣るという問題点を有するものである。

本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであり、充填剤としてポリイミド粉末を用いP T F Eをベース樹脂とする摺動用部材で適度な硬度を有し耐摩耗性に優れ、しかも高加重、高速、高温条件下でも優れた耐摩耗性、耐クリープ性などを示す摺動用部材を提供することを目的とする。

＜課題を解決するための手段＞

本発明者らは上記目的を達成するために鋭意検討を行った結果、充填剤として用いるポリイミド粉末として、特定の対数粘度および平均粒径を有する芳香族ポリイミド粉末を用い、且つP T F Eとの混合物を任意形状に成形したのち焼成することによって、上記問題点を解決した優れた摺動用部材が得られることを見い出し本発明を完成させるに至った。

カルボキシフェノキシ)フェニル]プロパン、4, 4'-ビス〔2, 3-ジカルボキシフェノキシ)ジフェニルエーテルなどのテトラカルボン酸の二無水物や、これらの酸化物、低級アルキルエステル化物、多価アルコールエステル化物などが挙げられ、これらは単独でも二種以上を併用してもよい。また、本発明において上記芳香族テトラカルボン酸二無水物は、その一部を1, 2, 3, 4-ブタンテトラカルボン酸二無水物の如き脂肪族テトラカルボン酸二無水物の任意の量にて置換して使用することもできる。

また、上記芳香族テトラカルボン酸二無水物と反応させる芳香族ジアミンとしては、例えば4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテルなどのジフェニルエーテル系ジアミンまたはこれらのチオエーテルなどのジフェニルチオエーテル系ジアミン、

4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジアミノベンゾフェノンなどのベンゾフェノン系ジアミン、3, 3'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタンなどのジフェニルメタン系ジアミン、2, 2'-ビス(4-アミノフェニル)プロパン、2, 2'-ビス(3-アミノフェニル)プロパンなどのビスフェニルプロパン系ジアミン、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホキシド、3, 3'-ジアミノジフェニルスルホキシドなどのジフェニルスルホキシド系ジアミン、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3'-ジアミノジフェニルスルホンなどのジフェニルスルホン系ジアミン、ペンチジン、3, 3'-ジメチルペンチジン、3, 3'-ジメトキシペンチジン、3, 3'-ジアミノピフェニルなどのピフェニル系ジアミン、2, 6-ジアミノピリジン、2, 5-ジアミノピリジン、3, 4-ジアミノピリジンなどのピリジン系ジアミン、o-, m-

ノキシレン、ジアミノジュレン、1, 5-ジアミノナフタレン、2, 6-ジアミノナフタレンなどが挙げられる。これらのジアミンは単独で用いても二種以上併用してもよい。また、脂肪族ジアミンを上記芳香族ジアミンの一部に置換して使用することもできる。

前記芳香族テトラカルボン酸二無水物と芳香族ジアミンとの反応溶媒となる有機極性溶媒としては、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルアセトアミド、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、ヘキサメチレンホスホルトリアミド、ピリジンなどの溶媒ならびにクレゾール、フェノール、キシレノールなどのフェノール類が挙げられる。また、上記溶媒と共にヘキサン、ベンゼン、トルエン、キシレン、アルコール類などの有機溶媒を併用してもよい。

本発明において充填剤として用いるポリイミド粉末は、例えば下記のような方法によって得ることができる。

芳香族ジアミンと有機極性溶媒との溶液(ジア

またはp-ジアミノベンゼン、3, 5-ジアミノ安息香酸など、4, 4'-ジ(m-アミノフェノキシ)ジフェニルスルホン、4, 4'-ジ(p-アミノフェノキシ)ジフェニルスルホン、4, 4'-ジ(m-アミノフェノキシ)ジフェニルエーテル、4, 4'-ジ(p-アミノフェノキシ)ジフェニルエーテル、4, 4'-ジ(m-アミノフェノキシ)ジフェニルプロパン、4, 4'-ジ(p-アミノフェノキシ)ジフェニルプロパン、4, 4'-ジ(m-アミノフェニルスルホニル)ジフェニルエーテル、4, 4'-ジ(p-アミノフェニルスルホニル)ジフェニルエーテル、4, 4'-ジ(m-アミノフェニルチオエーテル)ジフェニルスルフィド、4, 4'-ジ(p-アミノフェニルチオエーテル)ジフェニルスルフィド、4, 4'-ジ(m-アミノフェノキシ)ジフェニルケトン、4, 4'-ジ(p-アミノフェノキシ)ジフェニルケトン、4, 4'-ジ(m-アミノフェノキシ)ジフェニルメタン、4, 4'-ジ(p-アミノフェノキシ)ジフェニルメタン、2, 5-ジアミノトルエン、2, 4-ジアミ

ミン濃度1~30モル%, 好ましくは5~10モル%)中に芳香族テトラカルボン酸二無水物を少しずつ添加して徐々に反応を進行させ、ポリイミド酸を合成する。次に、攪拌しながら比較的短時間、例えば昇温速度10℃/分程度で140~250℃の温度に昇温し、イミド転化に伴う縮合水を反応系外に除去しながら徐々にイミド化反応を行なってポリイミド粒子を析出させスラリー状のポリイミド溶液とする。得られたスラリー状溶液を冷却後、戸別、洗浄、乾燥することによってポリイミド粉末が得られる。

上記反応におけるイミド化前に得られるポリイミド酸の対数粘度は0.1~1.2(30℃、0.5g/100mlジメチルアセトアミド(以下DMAcという)中)、好ましくは0.3~0.8の範囲に調整することによって、対数粘度が0.1~0.5(30℃、0.5g/100ml濃硫酸中)の低分子量のポリイミドが得られる。また、同様の理由から回転粘度計(B型)による溶液粘度を1~50ポイズ(ポリマー濃度7.5重量%, 30℃)、好ましく

は5～20ボイズの範囲に調整する。

本発明では粘度、特に対数粘度を調節することが重要であり、調節するためにはポリアミド酸溶液に水やメタノールの如き溶剤を添加してポリアミド酸を加水分解する方法や、ポリアミド酸溶液を100℃以下の温度で加熱する方法などを用いることができるが、目的とするポリイミド粉末の粒径や粒度を再現性よく揃えるためには、モノマー配合量を厳格に調節して反応させることが好ましい。

また、反応系の熱分布が均一になるようにしてイミド化反応をスムーズに行なって本発明のポリイミド粉末を得るために、反応時の攪拌速度を50～400rpm、好ましくは100～300rpmの範囲とし、反応時のモノマー濃度を5～50重量％、好ましくは10～30重量％の範囲とする。

また、本発明においてイミド化反応を促進させて反応時間を短縮化し効率よくポリイミド粒子を得るために、ビリジン、2-クロロビリジン、2,4,6-コリジン、2,6-ジクロロビリジン、

の如き分子鎖末端基形成化合物を0.2～30モル％の範囲で添加することによって分子量を調節できるので、望ましい特性を有するポリイミド粉末を得ることができる。

以上のようにして得られる本発明のポリイミド粉末は通常球形状を呈し、平均粒径が3～15μm、好ましくは5～10μm、粒度分布が0.1～50μm、好ましくは1～30μmであり、平均粒径が上記範囲外では、充填剤として用いた場合に均一に分散しにくく、また粉末が凝集しやすくなるので摺動用部材とした場合に十分な機械的強度や伸びが得られにくくなり、耐摩耗性の向上が望めなくなる場合がある。また、粒度分布が0.1μm未満であると嵩密度が小さくなり、ポリイミド粉末を充填する際に、均一な分散が充分にできず凝集体の状態で成形され、成形体の比重も真比重に対して低くなり、成形体の強度および伸びが低下して摩耗量が増大する。一方、50μmを超えるとポリイミド粉末の平均粒径が大きき空隙の多い凝集体となりやすく、均一な分散ができず凝

α, β, γ-ピコリン、4-フェニルプロピルビリジン、2-プロピルビリジン、2,4-ルチジン、2,5-ルチジン、2,6-ルチジン、3,4-ルチジンなどのビリジン類、トリエチルアミン、トリメチルアミン、N,N-ジメチルドデシルアミン、トリエチレンジアミン、トリ-n-ブチルアミンなどの脂肪族第三級アミン類、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-フェニルイミダゾール、1-シアノエチル-2-エチル-4-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-ウンデシルイミダゾール、などの活性水素を有しないイミダゾール類、N,N-ジメチル-p-トルイジン、N,N-ジメチルベンジルアミンなどの芳香族系第三級アミン類、1,8-ジアザビシクロ(5,4,0)ウンデセン-7およびその酸錯体の如き第三級アミンをポリアミド酸の各々のアミド基に対して第三級アミンを0.5～1.5モル％の範囲で添加することができる。さらに、反応時にアニリンや無水フタル酸

集体を含んだ成形体となり、比重も低くなりその結果、強度や伸びが低下して摩耗量が増大する傾向を示す。

さらに、摺動用部材として使用した際に生じる発熱に対する耐熱性の点から、上記ポリイミド粉末は350℃以上の熱変形温度を有するものが好ましく、構造的には脂肪族テトラカルボン酸二無水物や脂肪族ジアミンを用いない全芳香族系ポリイミドがよい。

本発明の摺動用部材に使用するPTFEは、 $-(CF_2-CF_2)-$ で表される繰返し単位を主要構造とし、ポリフロンM-12、M-31(ダイキン工業社製)、テフロンT-7-J、T-820-J(三井フロロケミカル社製)などの商品名で市販されているものが好適に用いられる。

また、本発明において上記PTFEはポリイミド粉末と混合して成形体とされるので粉末状として用いることが好ましく、機械的強度の低下の原因となるホワイトスポット(白斑)が成形体に発生することを防止するために、10メッシュのふ

るいを通過する粉末が好ましい。

本発明においてはポリイミド粉末とPTFEに、更にグラファイトを添加することができ、このグラファイトの添加により耐摩耗性がより向上する。グラファイトは天然黒鉛、人造黒鉛として市販されているので容易に入手できる。グラファイトとしては、ポリイミド粉末との混合性を考慮し、その粒径を0.5～15 $\mu$ mとするのが好ましいことが判明した。また、その粒度分布は0.1～25 $\mu$ mとするのがよいことも判明している。

このグラファイトを用いる場合の三者の混合比はポリイミド粉末1～50重量％、グラファイト0.5～15重量％およびPTFE35～98.5重量％とする。

本発明の摺動用部材は、例えば、上記ポリイミド粉末を1～50重量％、好ましくは5～30重量％の範囲でPTFEと乾式混合、もしくは湿式混合にて均一に混合分散させ、圧縮成形、ラム押出成形、ペースト押出成形等の任意の成形手段によって丸棒、スリーブ状、チューブ状やピストン

も優れた摺動性（低摩擦特性；動摩擦係数約0.1～0.3）を示す。また、従来の摺動用部材と比べても相手材を損傷させず、且つ適度な硬度を有するものであり、耐摩耗性が顕著に向上するものである。更に、ポリイミド粉末と共にグラファイトを用いた場合は、耐摩耗性が一層向上する。

#### <実施例>

以下に本発明の実施例を示し、更に具体的に説明する。

##### 実施例1～7

未焼成のPTFE（ポリフロンM-12、ダイキン工業社製）をミキサーにて粉碎し、さらに10メッシュの篩を通過したものに、ピロメリット酸二無水物および4,4'-ジアミノジフェニルエーテルから得られた平均粒径10 $\mu$ m、粒度分布3～20 $\mu$ m、対数粘度0.3（30℃、0.5g/100 $\mu$ l濃硫酸中）のポリイミド粉末を充填剤として第1表に従って配合（第1表中の配合比は重量比）した。

混合はヘンシェルミキサーにて行ない、圧縮成

リング状などの所望の形に予備成形し、そのうち360～380℃程度の温度条件の焼成炉にてPTFEを焼成し、更に所望により切削加工する方法により作製できる。なお、グラファイトを用いる場合には、上記混合時に添加する。

このようにして得られる本発明の摺動用部材は機械的強度や伸び、耐摩耗性の向上の点から真比重に対する見掛け比重の割合（以下、この割合を密度という）が90％以上、さらには93％以上のものが好ましい。また、伸びが50％以上、さらには100％以上のものは摺動用部材として摺動させた場合の相手材との結着性や耐摩耗性の点で好ましいものである。

#### <発明の効果>

以上のように本発明の摺動用部材は、特定の平均粒径および対数粘度を有するポリイミド粉末をPTFE成形体の充填剤として用い、これを焼成してなるものである。摺動使用した場合、軟質金属等の相手材に摺動用部材の一部が摺動初期に転移して保護被膜を形成し、潤滑剤を用いずと

形機にて室温下、圧力500kg/cm<sup>2</sup>で5分間維持し、 $\phi$ 80× $\phi$ 120の予備成形品を作製し、これを370℃にてPTFEを焼成し、本発明の摺動用部材を得た。

なお、ポリイミド粉末の平均粒径、粒度分布はコーンターカウンタータAⅡ（日科機社製）により測定した。

また、ポリイミドの対数粘度は濃硫酸を溶媒とし0.5g/100 $\mu$ lのポリイミド溶液を作り、ウベローデ型粘度計を用いて30℃における溶液粘度を測定し、下記式によって算出した。

$$\text{対数粘度} = \frac{\text{自然対数}(\log \eta) \times \frac{\text{溶液粘度}}{\text{溶媒粘度}}}{C}$$

上記式中のCはポリイミド溶液100 $\mu$ l中のポリイミドのグラム数を示している。

##### 実施例8～10

平均粒径5 $\mu$ m、粒度分布1～10 $\mu$ mのグラファイトを更に1重量％、3重量％および5重量％添加すること以外は上記実施例と同様に作業し、

3種の摺動用部材を得た。

#### 比較例 1

ポリイミド粉末を配合しなかった以外は実施例 1 と同様にして摺動用部材を得た。

#### 比較例 2

P T F E を用いずにポリイミド粉末のみにて成形した以外は実施例 1 と同様にして摺動用部材を得た。

#### 比較例 3

実施例 1 で用いた P T F E と実施例 8 で用いたグラファイトを重量比で 85 : 15 で配合すること以外は実施例 1 と同様にして摺動用部材を得た。

#### 比較例 4

実施例 1 で用いた P T F E と炭素繊維（直径 20  $\mu m$ 、長さ 0.5 mm）を重量比で 85 : 15 で配合すること以外は実施例 1 と同様にして摺動用部材を得た。

#### 比較例 5

P T F E、ポリイミドおよびグラファイトの配合比 75 : 5 : 20 とすること以外は実施例 8 と

同様にして摺動用部材を得た。

上記実施例および比較例で得られた摺動用部材の特性を下記の方法に従って測定し、その結果を第 1 表に示す。

#### 〔密度〕

摺動用部材の見掛け比重を測定し、下記式により算出する。

$$\text{密度}(\%) = \frac{\text{摺動用部材の見掛け比重}}{\text{摺動用部材の理論比重}} \times 100$$

#### 〔伸び〕

島津社製、オートグラフ A G B 型を用い、温度 25℃、引張り速度 100 mm/sec、チャック間隔 50 mm の条件で測定した。なお、測定サンプルとしては幅 10 mm、厚さ 1 mm、長さ 100 mm のものを用いた。

#### 〔耐摩耗性〕

摺動用部材を外径 25.6 mm、内径 20 mm、高さ 15 mm に加工し、松原式摩擦摩耗試験機（オリエンテック社製）を用いて、圧力 5 kg/cm<sup>2</sup>、速度 2 m/sec、相手材アルミニウム板（JIS 5056、

表面粗さ（R<sub>2</sub>）3  $\mu m$ ）の条件にて 2 時間摺動試験を行なって摺動用部材の摩耗量を測定した。また、同時にアルミニウム板の摩耗量も測定した。

#### 〔限界 P V 値〕

耐摩耗性試験における速度 (V) を 2 m/sec に設定し、圧力 (P) を 1 kg/cm<sup>2</sup> ずつ 2 時間ごとに増加させて、試料の摺動限界（動摩擦係数の急激な変動時あるいは試料の異常摩耗时）を測定した。

#### 〔動摩擦係数、摺動面の状態〕

限界 P V 値を求めた時点の動摩擦係数、摺動面の状態を測定した。

第 1 表から明らかなように、ポリイミド粉末が 5 ~ 50 重量% 含有されてなる摺動用部材は高い P V 値で、且つ良好な摺動特性を示し、摩擦係数も安定し、摩耗量も少ないものである。また、グラファイトを添加した場合は耐摩耗性が一段と向上していることが判る。

第 1 表

		実 施 例										比 較 例				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5
配 合 比	P T F E	95	90	85	80	75	70	50	80	80	80	100	0	85	85	75
	ポリイミド	5	10	15	20	25	30	50	19	17	15	0	100	0	0	5
	グラファイト	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	0	0	15	0	20
密度(%)		97	96	95	95	94	92	90	95	95	94	99	98	98	96	94
伸び(%)		250	200	170	150	130	100	50	140	130	100	300	3	173	230	120
限界PV値(kg/cm <sup>2</sup> ・m/秒)		25	30	30	35	30	30	25	35	40	40	1	20	25	30	30
動摩擦係数(μ)		0.15	0.16	0.20	0.22	0.25	0.30	0.30	0.22	0.20	0.18	0.06	0.35	0.21	0.25	0.20
		0.20	0.22	0.25	0.28	0.30	0.35	0.36	0.27	0.27	0.23	0.10	0.55	0.31	0.35	0.30
摩耗量(μm)		25	17	10	8	9	13	20	7	5	5	7000	35	200	265	150
アルミ摩耗量(μm)		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5	<0.1	0.3	<0.1
摺動面の状態		硬化 フィルム 形成	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	硬化 フィルム なし	同左	同左	同左	同左

## 実施例 11 および 12

第2表に示す組成のポリイミド粉末を用いた以外は、実施例4と同様にしてポリイミド粉末を20重量%含有した摺動用部材を得た。

ポリイミド粉末の特性および得られた摺動用部材の特性を測定し、その結果を第2表に併記した。

## 比較例 6～9

第2表に示す組成のポリイミド粉末を用いた以外は、実施例4と同様にしてポリイミド粉末を20重量%含有した摺動用部材を得た。

ポリイミド粉末の特性および得られた摺動用部材の特性を測定し、その結果を第2表に併記した。



第 2 表

		実 施 例			比 較 例			
		3	11	12	6	7	8	9
配 合	酸成分*)	PMDA	PMDA	s-BPDA	s-BPDA	BTDA	BTDA	PMDA
	アミン成分*)	DDE	pPDA	pPDA	DDE	DDE	pPDA	DDE
ポ リ イ ミ ド	平均粒径 ( $\mu m$ )	10	3	10	15	15	15	20
	粒度分布 ( $\mu m$ )	3 ↓ 30	0.1 ↓ 5	4 ↓ 20	3 ↓ 35	5 ↓ 30	3 ↓ 30	10 ↓ 50
	対数粘度	0.3	0.2	0.3	1.0	0.8	0.6	0.3
	熱軟化温度 (°C)	430	なし	なし	270	260	320	430
密度 (%)		96	93	97	97	96	96	91
伸び (%)		170	80	140	130	110	100	30
限界PV値 ( $kg/cm \cdot m/秒$ )		30	35	35	25	20	25	30
摩耗量 ( $\mu m$ )		10	15	10	28	30	25	30

\*) 表中における酸成分およびアミン成分の略号は次のとおりである。

PMDA: ピロメリット酸二無水物

s-BPDA: 3, 3'; 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物

BTDA: 3, 3'; 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物

DDE: 4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル

pPDA: p-フェニレンジアミン